

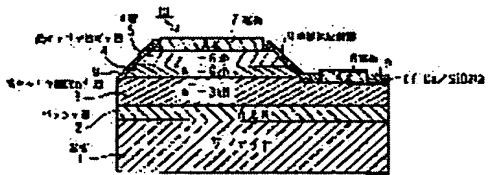
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-160437
(43)Date of publication of application : 25.06.1993

(51)Int.Cl. H01L 33/00

(21)Application number : 03-349964 (71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD
(22)Date of filing : 09.12.1991 (72)Inventor : KOIDE NORIKATSU

(54) LIGHT EMITTING ELEMENT OF GALLIUM NITRIDE SERIES COMPOUND SEMICONDUCTOR



(57)Abstract:

PURPOSE: To raise a light emitting efficiency by guiding a light to be leaked to a sidewall side in a light outputting direction in a blue light emitting diode using GaN series compound semiconductor.

CONSTITUTION: A sectional shape along a light outputting direction by etching from an i-type layer 5 to an electrode forming surface of a high carrier concentration n+ type layer 3 except an electrode forming part of the layer 5 of a light emitting diode 10 is formed in a mesa (trapezoidal) shape with the electrode 7 part of the layer 5 as an upper bottom. An insulating reflecting layer 9 is formed on the surfaces of the layers 5, 3 and the mesa part except the electrode 7 of the layer 5 and an electrode 8 part of the layer 3 at opposite side to the light outputting direction. Thus, a light leakage to a sidewall side largely different from the light outputting direction of the diode 10 is eliminated, i.e., a light outputting efficiency of the layer 9 is raised.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.07.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3423328

[Date of registration] 25.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2001-14013

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 09.08.2001

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-160437

(43)公開日 平成5年(1993)6月25日

(51)IntCl.⁵

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

E 8934-4M

C 8934-4M

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平3-349964

(22)出願日 平成3年(1991)12月9日

(71)出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地

(72)発明者 小出 典克

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

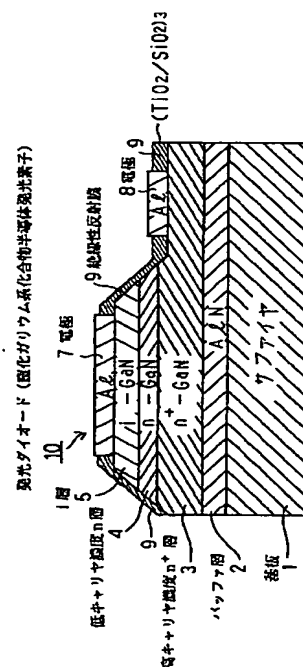
(74)代理人 弁理士 藤谷 修

(54)【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

(57)【要約】

【目的】 GaN 系の化合物半導体を用いた青色の発光ダイオードにおいて、側壁側へ漏れる光を光取り出し方向に導いて発光効率を上昇させること。

【構成】 発光ダイオード10はi層5の電極形成部分を残しそのi層5側から高キャリア濃度n⁺層3の電極形成面までエッチングを施して光取り出し方向に沿った断面形状を上記i層5の電極7部分を上底とするメサ(台形)形状とする。そして、光取り出し方向と反対側でi層5の電極7及び高キャリア濃度n⁺層3の電極8部分を除いて上記i層5、上記高キャリア濃度n⁺層3及び上記メサ部分の表面に絶縁性反射膜9が形成される。これにより、発光ダイオード10は光取り出し方向と大きく異なる側壁側への光漏れがなくなり、即ち、絶縁性反射膜9により光の取り出し効率が上昇する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($Al_xGa_{1-x}N$; $X=0$ を含む) から成る n 層と、p 型不純物を添加した i 型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($Al_xGa_{1-x}N$; $X=0$ を含む) から成る i 層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、

前記 i 層の電極部分を残し該 i 層側から前記 n 層の電極面までエッチングを施して光取り出し方向に沿った断面形状を前記 i 層の電極部分を上底とするメサ (台形) 形状とし、光取り出し方向と反対側で前記 i 層及び前記 n 層のそれぞれの電極部分を除いて前記 i 層、前記 n 層及び前記メサ形状部分の表面に絶縁性反射膜を形成して成ることを特徴とする半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、青色発光の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来技術】従来、青色の発光ダイオードとして窒化ガリウム (GaN) 系の化合物半導体を用いたものが知られている。その GaN 系の化合物半導体は直接遷移であることから発光効率が高いこと、光の 3 原色の 1 つである青色を発光色とすること等から注目されている。図 4 に示したように、 GaN 系の化合物半導体を用いた発光ダイオード 40 は、サファイヤ基板 41 上に窒化アルミニウム (AlN) から成るバッファ層 42 が形成されている。そのバッファ層 42 上には、順に、 GaN から成る高キャリア濃度 n^+ 層 43 と GaN から成る低キャリア濃度 n 層 44 及び GaN から成る i 層 45 が形成されている。そして、i 層 45 に接続するアルミニウム (Al) で形成された電極 47 と高キャリア濃度 n^+ 層 43 に接続するアルミニウムで形成された電極 48 とが形成された構造をとっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ここで、上述の発光ダイオード 40 はその側壁側への光漏れが多く、例えば、サファイヤ基板 41 側に隣接させ集光レンズを配設したとしてもその集光率が低いという問題があった。しかも、発光ダイオード 40 のダイシングされた側壁側はチップングが多く、例えば、反射膜を施しても乱反射するだけで発光効率を上昇させるには至らなかった。

【0004】本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、 GaN 系の化合物半導体を用いた青色の発光ダイオードにおいて、側壁側へ漏れる光を光取り出し方向に導いて発光効率を上昇させることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための発明の構成は、n 型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($Al_xGa_{1-x}N$; $X=0$ を含む) から成る n 層と、p 型

不純物を添加した i 型の窒化ガリウム系化合物半導体

($Al_xGa_{1-x}N$; $X=0$ を含む) から成る i 層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、前記 i 層の電極部分を残し該 i 層側から前記 n 層の電極面までエッチングを施して光取り出し方向に沿った断面形状を前記 i 層の電極部分を上底とするメサ (台形) 形状とし、光取り出し方向と反対側で前記 i 層及び前記 n 層のそれぞれの電極部分を除いて前記 i 層、前記 n 層及び前記メサ形状部分の表面に絶縁性反射膜を形成して成ることを特徴とする。

【0006】

【作用及び効果】i 層の電極部分を残しその i 層側から n 層の電極面までエッチングを施して光取り出し方向に沿った断面形状が上記 i 層の電極部分を上底とするメサ形状とされる。そして、光取り出し方向と反対側で上記 i 層及び上記 n 層のそれぞれの電極部分を除いて上記 i 層、上記 n 層及び上記メサ形状部分の表面に絶縁性反射膜が形成される。これにより、発光ダイオードは光取り出し方向と大きく異なる側壁側への光漏れがなくなり、即ち、絶縁性反射膜により光の取り出し効率 (素子の光強度) を上昇させることができた。

【0007】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図 1 は本発明に係る発光ダイオード 10 を示した縦断面図である。発光ダイオード 10 は、サファイヤ基板 1 を有しており、そのサファイヤ基板 1 に 500Å の AlN のバッファ層 2 が形成されている。そのバッファ層 2 の上には、順に、n 層である膜厚 2.2µm の GaN から成る高キャリア濃度 n^+ 層 3 と膜厚 1.5µm の GaN から成る低キャリア濃度 n 層 4 が形成されており、更に、低キャリア濃度 n 層 4 の上に膜厚 0.1µm の GaN から成る i 層 5 が形成されている。そして、i 層 5 に接続するアルミニウムで形成された電極 7 と高キャリア濃度 n^+ 層 3 に接続するアルミニウムで形成された電極 8 とが形成されている。更に、光取り出し方向と反対側で i 層 5 の電極 7 と高キャリア濃度 n^+ 層 3 の電極 8 部分を除いて i 層 5、高キャリア濃度 n^+ 層 3 及びメサ (台形) 形状部分の表面に絶縁性反射膜 9 が形成されている。

【0008】次に、この構造の発光ダイオード 10 の製造工程について、図 2 及び図 3 を参照して説明する。用いられたガスは、 NH_3 とキャリアガス H_2 とトリメチルガリウム ($Ga(CH_3)_3$) (以下、TMG と記す) とトリメチルアルミニウム ($Al(CH_3)_3$) (以下、TMA と記す) とシラン (SiH_4) とジエチル亜鉛 (以下、DEZ と記す) である。まず、有機洗浄及び熱処理により洗浄した a 面を主面とする単結晶のサファイヤ基板 1 を MOVPE 装置の反応室に載置されたサセプタに装着する。次に、常圧で H_2 を流速 2 l/min で反応室に流しながら温度 1100°C でサファイヤ基板 1 を気相エッチングした。

次に、サファイヤ基板1の温度を400°Cまで低下させて、 H_2 を20 l/min、 NH_3 を10 l/min、TMAを18 μ mol/minで2分間供給して500Åの厚さのAlNから成るバッファ層2を形成した。次に、サファイヤ基板1の温度を1150°Cに保持し、 H_2 を10 l/min、 NH_3 を5 l/min、TMGを367 μ mol/min、 H_2 で1.3ppmまで希釈したシラン(SiH_4)ガスを320 ml/minの割合で10分間供給し、膜厚2.2 μ m、キャリア濃度 $1.5 \times 10^{18}/cm^3$ のGaNから成る高キャリア濃度 n^+ 層3を形成した。続いて、サファイヤ基板1の温度を1150°Cに保持し、 H_2 を20 l/min、 NH_3 を10 l/min、TMGを1835 μ mol/minの割合で30分間供給し、膜厚1.5 μ m、キャリア濃度 $1 \times 10^{17}/cm^3$ のGaNから成る低キャリア濃度 n 層4を形成した。次に、サファイヤ基板1の温度を900°Cにして、 H_2 を20 l/min、 NH_3 を10 l/min、TMGを146.8 μ mol/min、DEZを377.3 μ mol/minの割合で80秒間供給して、膜厚0.1 μ mのGaNから成るi層5を形成した。このようにして、図2(a)に示したような多層構造が得られた。

【0009】ここで、発光ダイオード10の発光領域は、i層5の電極の上部及びその近傍に位置している。図2(b)に示したように、この発光領域となるi層5上にのみに SiO_2 から成るマスク11を5000Åの厚さに形成した。次に、図2(c)に示したように、RIE(Reactive Ion Etching:反応性イオンエッチング法)によりi層5側から高キャリア濃度 n^+ 層3に到達するまでエッチングを実施した。尚、この場合、発光領域となる部分をメサ型に形成するためには等方性エッチングが良い。次に、図3(d)に示したように、マスク11を除去し、真空度 8×10^{-7} Torr、サファイヤ基板1の温度を225°Cに保持し、試料の上全面に、蒸着によりAl層12を300Åの厚さに形成した。次に、図3(e)に示したように、Al層12の上にフォトレジスト13を塗布して、フォトリソグラフィにより、そのフォトレジスト13が高キャリア濃度 n^+ 層3及びi層5に対する電極部が残るように、所定形状にパターン形成した。

【0010】上述の製造工程の後、図3(f)に示したように、フォトレジスト13によって覆われていないAl

層12の露出部を硝酸系エッチング液でエッチングし、フォトレジスト13をアセトンで除去し、高キャリア濃度 n^+ 層3の電極8、i層5の電極7を形成した。更に、発光ダイオード10の光取り出し方向と反対側の上記電極7、8以外の表面部分に(TiO_2/SiO_2)から成る6層の絶縁性反射膜9を各膜厚(TiO_2, SiO_2)がそれぞれ600Å, 822Åとなるように蒸着により形成した。このようにして、図1に示したMIS(Metal Insulator Semiconductor)構造の窒化ガリウム系発光素子を製造することができる。この後、電極7、8上にはんだバンプを形成し、樹脂封止が実施される。

【0011】上述したように、発光ダイオード10の発光領域は、i層5の電極7の上部及びその近傍に位置している。このi層5の電極7の上部及びその近傍から発光された青色光は、i層5、高キャリア濃度 n^+ 層3及びメサ形状部分の表面に形成された絶縁性反射膜9、主として、メサ形状部分の表面に形成された絶縁性反射膜9により光取り出し方向に反射される。これにより、発光ダイオード10は光取り出し方向と大きく異なる側壁側への光漏れがなくなり、光の取り出し効率が上昇する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体的な一実施例に係る発光ダイオードの断面構造を示した模式図である。

【図2】同実施例に係る発光ダイオードの製造工程における断面構造を示した模式図である。

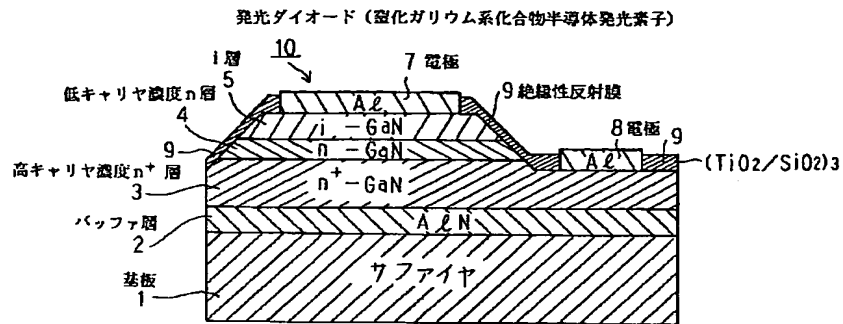
【図3】同実施例に係る発光ダイオードの製造工程における断面構造を示した図2に続く模式図である。

【図4】従来の発光ダイオードの断面構造を示した模式図である。

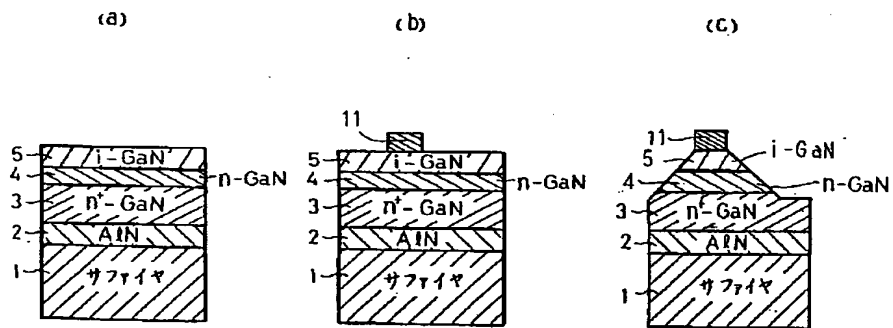
【符号の説明】

1-サファイヤ基板 2-バッファ層 3-高キャリア濃度 n^+ 層
4-低キャリア濃度 n 層 5-i層 7, 8-電極
9-絶縁性反射膜
10-発光ダイオード(窒化ガリウム系化合物半導体発光素子)

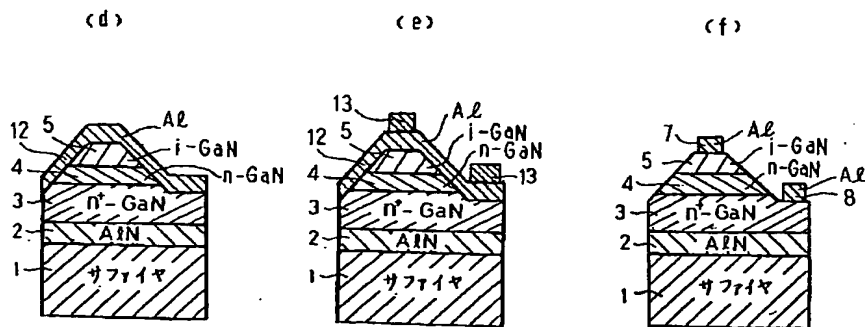
【図1】



【図2】



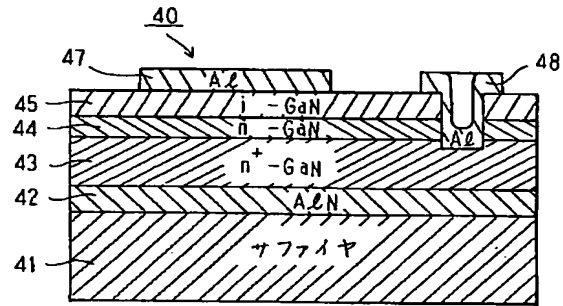
【図3】



(5)

特開平5-160437

【図4】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成10年(1998)9月25日

【公開番号】特開平5-160437

【公開日】平成5年(1993)6月25日

【年通号数】公開特許公報5-1605

【出願番号】特願平3-349964

【国際特許分類第6版】

H01L 33/00

【FI】

H01L 33/00

E

C

【手続補正書】

【提出日】平成8年12月26日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 n 型の窒化ガリウム系化合物 ($Al_x Ga_{1-x} N$; $x=0$ を含む) から成る第1層と、 p 型不純物を添加した窒化ガリウム系化合物 ($Al_x Ga_{1-x} N$; $x=0$ を含む) から成る第2層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、

前記第1層及び前記第2層上にそれぞれ形成された電極を有し、

少なくとも露出側壁面が絶縁膜で被覆されたことを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 前記絶縁膜で被覆された前記露出側壁面は、エッチングされた面であることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項3】 前記各電極間に少なくとも前記第2層の端面が位置することを特徴とする請求項1又は2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項4】 前記絶縁膜は前記電極の形成される前記第1層のエッチングされた露出底面にも形成され、該露出底面にて素子が分離されたことを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、青色発光の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来技術】従来、青色の発光ダイオードとして窒化ガ

リウム(GaN)系の化合物半導体を用いたものが知られている。そのGaN系の化合物半導体は直接遷移であることから発光効率が高いこと、光の3原色の1つである青色を発光色とすること等から注目されている。図4に示したように、GaN系の化合物半導体を用いた発光ダイオード40は、サファイヤ基板41上に窒化アルミニウム(AlN)から成るバッファ層42が形成されている。そのバッファ層42上には、順に、GaNから成る高キャリア濃度 n^+ 層43とGaNから成る低キャリア濃度 n 層44及びGaNから成る p 型不純物添加層45が形成されている。そして、 p 型不純物添加層45に接続するアルミニウム(Al)で形成された電極47と高キャリア濃度 n^+ 層43に接続するアルミニウムで形成された電極48とが形成された構造をとっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ここで、上述の発光ダイオード40はその側壁から異物原子が各層に侵入し、素子特性を劣化させ、素子の信頼性、経年特性に問題があった。しかも、発光ダイオード40のダイシングされた側壁側はチップングが多かった。

【0004】本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、GaN系の化合物半導体を用いた青色の発光ダイオードにおいて、側壁からの異物原子の侵入を防止して、素子特性の劣化を防止し、素子の信頼性を向上させ、経年特性を安定化することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、 n 型の窒化ガリウム系化合物 ($Al_x Ga_{1-x} N$; $x=0$ を含む) から成る第1層と、 p 型不純物を添加した窒化ガリウム系化合物 ($Al_x Ga_{1-x} N$; $x=0$ を含む) から成る第2層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、第1層及び第2層上にそれぞれ形成された電極を有し、少なくとも露出側壁面が絶縁膜で被覆されたことを特徴

とする。請求項2の発明は、絶縁膜で被覆された露出側壁面は、エッチングされた面であることを特徴とし、請求項3の発明は、各電極間に少なくとも第2層の端面が位置することを特徴とする。さらに、請求項4の発明は、絶縁膜は電極の形成される第1層のエッチングされた露出底面にも形成され、該露出底面にて素子が分離されたことを特徴とする。

【0006】

【作用及び効果】請求項1の発明では、第1層及び第2層上にそれぞれ形成された電極を有し、少なくとも露出側壁面を絶縁膜で被覆したので、各層の側壁や各層の接合部から異物原子が層内に侵入することが防止される結果、層間の電流リークが防止され、素子の信頼性が向上すると共に経年劣化が防止される。請求項2の発明では、絶縁膜によりエッチング面が保護され、請求項3の発明では、各電極間に存在する少なくとも第2層の端面が保護される。又、請求項4の発明は、絶縁膜は電極の形成される第1層のエッチングされた露出底面にも形成され、電極形成面に対する異物の侵入が防止され、素子の信頼性が向上すると共に絶縁膜で覆われた状態で素子を切断するので素子に欠陥を与えることがない。

【0007】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は本発明に係る発光ダイオード10を示した縦断面図である。発光ダイオード10は、サファイヤ基板1を有しており、そのサファイヤ基板1に500ÅのAlNのバッファ層2が形成されている。そのバッファ層2の上には、順に、第1層である膜厚2.2μmのGa_{0.4}N_{0.6}から成る高キャリア濃度n⁺層3と膜厚1.5μmのGa_{0.4}N_{0.6}から成るノンドープの低キャリア濃度n層4が形成されており、更に、低キャリア濃度n層4の上に膜厚0.1μmのGa_{0.4}N_{0.6}から成る第2層であるp型不純物添加層5が形成されている。そして、p型不純物添加層5に接続するアルミニウムで形成された電極7と高キャリア濃度n⁺層3に接続するアルミニウムで形成された電極8とが形成されている。更に、光取り出し方向と反対側でp型不純物添加層5の電極7と高キャリア濃度n⁺層3の電極8部分を除いてp型不純物添加層5、高キャリア濃度n⁺層3及びメサ（台形）形状部分の表面に絶縁膜9が形成されている。

【0008】次に、この構造の発光ダイオード10の製造工程について、図2及び図3を参照して説明する。用いられたガスは、NH₃とキャリアガスH₂とトリメチルガリウム（Ga(CH₃)₃）（以下、TMGと記す）とトリメチルアルミニウム（Al(CH₃)₃）（以下、TMAと記す）とシラン（SiH₄）とジエチル亜鉛（以下、DEZと記す）である。まず、有機洗浄及び熱処理により洗浄したa面を主面とする単結晶のサファイヤ基板1をMOVPE装置の反応室に載置されたサセプタに装着する。次に、常圧でH₂を流速2 l/minで反応室に流しながら

温度1100℃でサファイヤ基板1を気相エッチングした。次に、サファイヤ基板1の温度を400℃まで低下させて、H₂を20 l/min、NH₃を10 l/min、TMAを18 μmol/minで2分間供給して500Åの厚さのAlNから成るバッファ層2を形成した。次に、サファイヤ基板1の温度を1150℃に保持し、H₂を10 l/min、NH₃を5 l/min、TMGを367 μmol/min、H₂で1.3ppmまで希釈したシラン（SiH₄）ガスを320 ml/minの割合で10分間供給し、膜厚2.2 μm、キャリア濃度1.5×10¹⁸/cm³のGa_{0.4}N_{0.6}から成るシリコンドープの高キャリア濃度n⁺層3を形成した。続いて、サファイヤ基板1の温度を1150℃に保持し、H₂を20 l/min、NH₃を10 l/min、TMGを1835 μmol/minの割合で30分間供給し、膜厚1.5 μm、キャリア濃度1×10¹⁸/cm³のGa_{0.4}N_{0.6}から成るノンドープの低キャリア濃度n層4を形成した。次に、サファイヤ基板1の温度を900℃にして、H₂を20 l/min、NH₃を10 l/min、TMGを146.8 μmol/min、DEZを377.3 μmol/minの割合で80秒間供給して、膜厚0.1 μmのGa_{0.4}N_{0.6}から成るp型不純物添加層5を形成した。このようにして、図2(a)に示したような多層構造が得られた。

【0009】ここで、発光ダイオード10の発光領域は、p型不純物添加層5の電極の上部及びその近傍に位置している。図2(b)に示したように、この発光領域となるp型不純物添加層5上にのみにSiO₂から成るマスク11を5000Åの厚さに形成した。次に、図2(c)に示したように、RIE（Reactive Ion Etching:反応性イオンエッチング法）によりp型不純物添加層5側から高キャリア濃度n⁺層3に到達するまでエッチングを実施した。尚、この場合、発光領域となる部分をメサ型に形成するためには等方性エッチングが良い。次に、図3(d)に示したように、マスク11を除去し、真空度8×10⁻⁷ Torr、サファイヤ基板1の温度を225℃に保持し、試料の上全面に、蒸着によりAl層12を3000Åの厚さに形成した。次に、図3(e)に示したように、Al層12の上にフォトレジスト13を塗布して、フォトリソグラフィにより、そのフォトレジスト13が高キャリア濃度n⁺層3及びp型不純物添加層5に対する電極部が残るように、所定形状にパターン形成した。

【0010】上述の製造工程の後、図3(f)に示したように、フォトレジスト13によって覆われていないAl層12の露出部を硝酸系エッチング液でエッチングし、フォトレジスト13をアセトンで除去し、高キャリア濃度n⁺層3の電極8、p型不純物添加層5の電極7を形成した。更に、発光ダイオード10の光取り出し方向と反対側の上記電極7、8以外の表面部分に（TiO₂/SiO₂）から成る6層の絶縁膜9を各膜厚（TiO₂、SiO₂）がそれぞれ600Å、822Åとなるように蒸着により形成した。このようにして、図1に示した構造の窒化ガリウム系発光素子を製造することができる。この後、電

極7、8上にはんだバンプを形成し、樹脂封止が実施される。

【0011】上述したように、発光ダイオード10の発光領域は、p型不純物添加層5の電極7の上部及びその近傍に位置している。上記の絶縁膜9によりp型不純物添加層5、ノンドープの低キャリア濃度n層4、シリコンドープの高キャリア濃度n⁺層3のエッチングされた側壁が覆われ、各層の側壁から各層への異物原子の侵入が防止される。又、絶縁膜9は電極8を除く高キャリア濃度n⁺層3の露出部分を覆っているので、このエッチングされた底面からの異物原子の高キャリア濃度n⁺層3への侵入が防止される。従って、素子の信頼性が向上し、素子の経年劣化が防止される。又、絶縁膜9で覆われた状態で素子を切断するので、素子に欠陥を与えることがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体的な一実施例に係る発光ダイオードの断面構造を示した模式図である。

【図2】同実施例に係る発光ダイオードの製造工程における断面構造を示した模式図である。

*【図3】同実施例に係る発光ダイオードの製造工程における断面構造を示した図2に続く模式図である。

【図4】従来の発光ダイオードの断面構造を示した模式図である。

【符号の説明】

- 1-サファイヤ基板
- 2-バッファ層
- 3-高キャリア濃度n⁺層(第1層)
- 4-低キャリア濃度n層
- 5-p型不純物添加層(第2層)
- 7, 8-電極
- 9-絶縁膜
- 10-発光ダイオード(窒化ガリウム系化合物半導体発光素子)

【手続補正2】

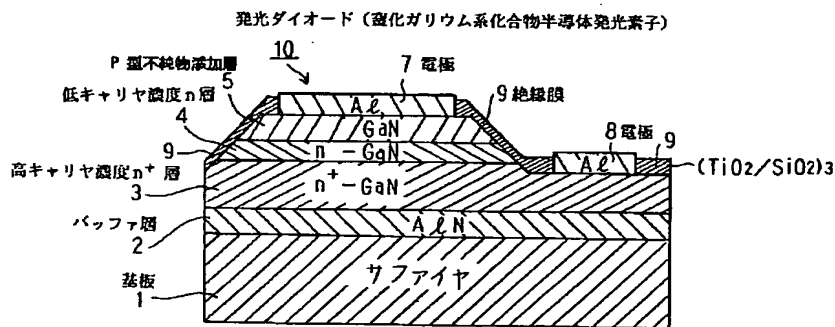
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

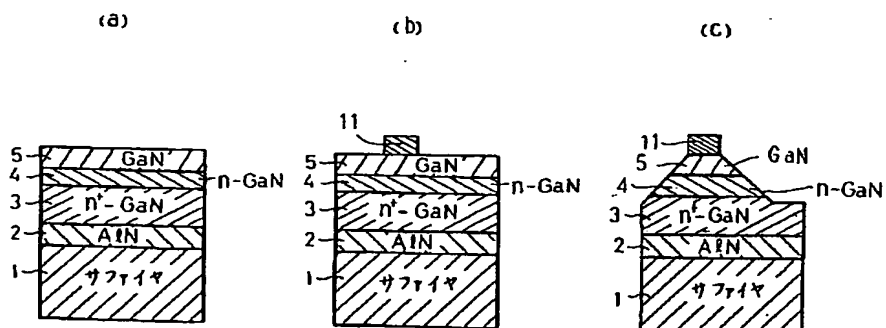
【補正方法】変更

【補正内容】

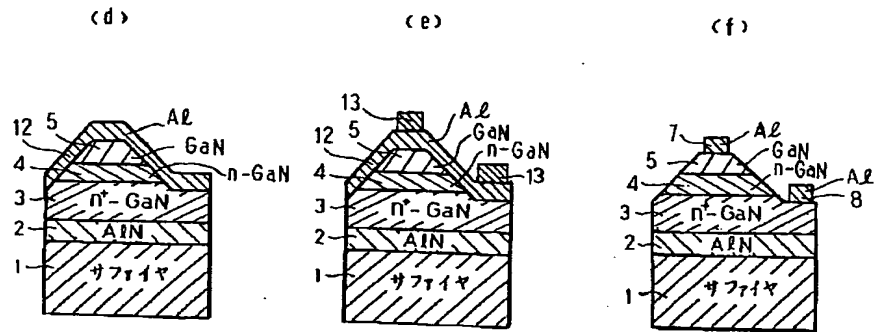
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

